

# GACETA TÉCNICA

Volumen 14 Nro. 1 Julio - Diciembre 2015  
ISSN 1856-9560 (Impreso)  
ISSN: 2477-9539 (Internet)  
© Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado,  
Decanato de Ingeniería Civil 2000  
HECHO EL DEPÓSITO DE LEY  
pp 1999907LA22  
ppi201602LA4730

## EDITORIAL

### ACTIVANDO LÍNEA DE INVESTIGACIÓN BASADA EN PAVIMENTOS MULTIECOLÓGICOS

Hace 15 años se dio inicio en el Decanato de Ingeniería Civil de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, la línea de investigación basada en la búsqueda de alternativas para producir “pavimentos multiecológicos”, con la finalidad de dar respuestas ambientales a los impactos adversos que se generan por desperdicios, residuos o desechos industriales y domésticos. Todo esto con la finalidad de promover su incorporación en la industria de construcción de carreteras, consiguiendo mejoras en el desempeño de los elementos y suelo de fundación de las estructuras de pavimentos flexibles y rígidos.

El nombre de “pavimentos multiecológicos” proviene de investigaciones realizadas con mezclas tanto asfálticas como de concreto cemento Portland, de tipo densas y drenantes con la incorporación de desperdicios consiguiendo mejoras físicas y mecánicas, a la vez de disminuir el fenómeno de hidroplaneo y el ruido ambiental en la interacción neumático-carpeta de rodamiento. De esta manera conseguir mayor durabilidad de los pavimentos, lo cual se traduce en menos intervenciones a la naturaleza en lo que respecta a la explotación de la materia prima para la construcción de los mismos.

Específicamente, en lo que respecta a los estudios realizados bajo la línea de investigación proyectada, se tiene en primera instancia la propuesta para reutilizar aceites lubricantes usados como medio a fin de disminuir el impacto ambiental negativo en el Estado Lara. Se estimó la cantidad de aceite quemado proveniente mensualmente del parque automotor en el Estado, para luego bajo un análisis de alternativas de uso, proponer su reutilización. Los resultados sirvieron de fundamento para dos estudios posteriores con aceite usado en mezclas asfálticas en los años 2006 y 2007, a solicitud de INTEVEP-PDVSA.

Otras investigaciones llevadas a cabo, asociada al área de desechos del parque automotor fue la de incorporar neumáticos descartados como materia prima en la elaboración de mezclas asfálticas. El trabajo consistió en modificar el cemento asfáltico A20 por vía húmeda, con tres tipos de marcas comerciales

de neumáticos, Goodyear, Firestone, Pirelli, para vehículos livianos en forma de polvo en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20% y 25%. Los resultados obtenidos se resumen en: con un 20% en peso de caucho para las tres marcas utilizadas hubo mayor resistencia al envejecimiento; con 15% y 20% de caucho para las tres marcas se obtuvieron mezclas más estables al almacenamiento en caliente; con 20% de caucho de las marcas Goodyear y Pirelli se obtuvieron mezclas con una menor susceptibilidad térmica. Con respecto al cumplimiento de las especificaciones, la mezcla asfalto-caucho elaborada con Goodyear al 20%, cumplió con todas las especificaciones requeridas para su uso como material de pavimentación.

Posteriormente, se propuso la utilización de escoria de acería proveniente de los procesos siderúrgicos generada en la Siderúrgica del Turbio (SIDETUR) ubicada en el Estado Lara, como materia prima para la industria de la construcción: escoria blanca proveniente del hierro producido de un alto horno, y escoria negra como subproducto en el que la chatarra se refina para producir acero. Se presentó la propuesta en la cual se da a conocer los parámetros necesarios para usar la escoria como agregado en mezclas asfálticas, bases y sub-bases para pavimentos y en la elaboración del cemento.

Otro estudio, enmarcado en la línea de investigación propuesta, se realizó evaluando la incidencia de la incorporación de desechos plásticos, Polietileno Teraftalato (PET) en los parámetros mecánicos de las mezclas asfálticas en caliente. Se realizaron los ensayos al cemento asfáltico modificado y los resultados fueron comparados con las especificaciones europeas NLT, argentinas IRAM y las alemanas T1-BmB TEIL. Todos los asfaltos clasificaron como BM3 según la norma europea, como AM2 y AM3 según la norma argentina y como asfalto de grado 65 según la norma Alemana. Se realizaron 6 diseños de mezclas tipo IV COVENIN: uno con asfalto sin modificar y cinco con porcentajes de asfaltos modificados con PET desde 1% a 5%. Realizados los ensayos Marshall, se observó que todas las mezclas cumplen con las especificaciones COVENIN y del Instituto Americano del Asfalto, obteniéndose valores mejores que la mezcla patrón.

Una subsecuente derivación de las investigaciones, se enfocaron en el estudio de mezclas asfálticas con ripio procedente de la escarificación de carpetas de rodamiento, y la incorporación de aceites lubricantes para ser evaluadas como

material competente en la construcción de vías de bajo volumen de tránsito. Los resultados obtenidos a través del ensayo de las briquetas elaboradas, fueron comparados con las especificaciones normativas para mezclas asfálticas tradicionales, derivándose de ello que el aceite no debe ser utilizado como agente modificador en la elaboración de mezclas asfálticas, por no proporcionarle al material escarificado la cohesión, adherencia y estabilidad necesaria para un buen desempeño como carpeta de rodamiento en pavimentos con bajo volumen de tránsito.

Posteriormente, se diseñó otro estudio de mezclas asfálticas con asfalto modificado con bolsas plásticas, Polietileno de alta densidad (PEAD), desechadas para su posible uso en pavimentos flexibles. El cemento asfáltico modificado se caracterizó con normas foráneas, siendo el 4% en peso de material plástico el que cumplió con más especificaciones de la Norma IRAM 6596 permitiendo así su clasificación con un AM1, para así, proceder a realizar las mezclas asfálticas y ensayarlas a través del método Marshall, obteniendo así un porcentaje de asfalto óptimo modificado de 5.03% de acuerdo con las normas COVENIN 2000-87 y la NTF 2000-1:2009.

Una propuesta interesante fue la de obtener mezclas de concreto densas y drenantes para pavimentos rígidos utilizando como fibra cabello humano en proporciones de 0,025; 0,050; 0,075 y 0,1. En el trabajo se cuantificó mediante muestreo y estadística la cantidad de cabello desechado de las peluquerías de la ciudad de Barquisimeto, obteniéndose una cantidad de 44,08 tn anuales. Se diseñaron las mezclas de concreto tanto densas como drenantes con dosificaciones de cabello, y se sometieron a los distintos ensayos establecidos en las normativas vigentes. Se consiguieron resultados beneficiosos para el concreto a ser usado en pavimentos rígidos, a la vez de la apertura a nuevas investigaciones en esta área.

Otra propuesta, en el entorno de la línea de investigación fue la de pavimentos purificadores del aire. El pavimento rígido con dióxido de titanio reduce la cantidad de óxido de nitrógeno e hidrocarburos orgánicos en el aire mediante fotocatalisis. En el curso de la reacción de oxidación los óxidos de nitrógeno altamente tóxicos se convierten en nitratos ( $\text{NO}_3$ ), que son especialmente solubles en agua, y por lo tanto el agua de lluvia, la condensación o el agua utilizada para la limpieza pueden disolverlos y conducirlos hasta las plantas como un nutriente esencial, incluso en forma biodegradable en el suelo o

# GACETA TÉCNICA

---

*Volumen 14 Nro. 1 Julio - Diciembre 2015*  
*ISSN 1856-9560 (Impreso)*  
*ISSN: 2477-9539 (Internet)*  
*© Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado,*  
*Decanato de Ingeniería Civil 2000*  
*HECHO EL DEPÓSITO DE LEY*  
*pp 1999907LA22*  
*ppi201602LA4730*

disuelta en el agua, por lo tanto contribuye a crear un entorno más saludable con un menor grado de polución.

En conclusión, los aportes brindados hasta la fecha en esta línea de investigación han servido de fundamento para nuevos estudios, demostrándose desde un punto de vista científico, la posibilidad de uso de variedad de residuos en la industria de pavimentos, mejorando sus propiedades y disminuyendo a la vez el impacto ambiental adverso que estos ocasionan.

Ingeniero Eleazar Colina Morles  
Docente investigador del Decanato de Ingeniería Civil  
de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado  
correo: ecolina@ucla.edu.ve